

Rec'd PCT/PTO 28 SEP 2004

IT/03/187

#2

MODULARIO
L.C.A. - 101



Mod. C.E. - 1-4-7

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

REC'D 07 JUL 2003

WIPO

PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N.

BO2002 A 000165



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Roma, li 10 APR. 2003

PIÙ DIRIGENTE

Dr. Massimo Piergallini

BEST AVAILABLE COPY

AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - F
DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A



A. RICHIEDENTE (1)

1) Denominazione CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE N. XXX
Residenza ROMA codice 02,1,183,1,10,0,8
2) Denominazione _____
Residenza _____ codice _____

B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome MODUGNO Corrado e altri cod. fiscale _____
denominazione studio di appartenenza Studio Torta S.r.l.
via Viotti n. 0,00,9 città TORINO cap 1,0,1,2,1 (prov) TO

C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via _____ n. _____ città _____ cap _____ (prov) _____

D. TITOLO

classe proposta (sez/ci/sci) _____

gruppo/sottogruppo _____

DISPOSITIVO ELETTROLUMINESCENTE ORGANICO CON DROGANTI CROMOFORI.

ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SÌ ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA _____

N° PROTOCOLLO _____

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) ICOCCHI Massimo 3) FATTORI Valeria
2) DI MARCO Piergiulio 4) GIRO Gabriele

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato
S/R

SCIoglimento RISERVE

Data

N° Protocollo

1) _____
2) _____

G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICROORGANISMI, denominazione

H. ANNOTAZIONI SPECIALI

Per la migliore comprensione dell'invenzione è stato necessario depositare
disegni con diciture come convenuto dalla Convenzione Europea sulle normalità
alla quale l'Italia ha aderito.

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 12 PROV n. pag. 4,0 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ...
Doc. 2) 12 PROV n. tav. 1,1,0 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) ...
Doc. 3) 11 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale ...
Doc. 4) 11 RIS designazione inventore ...
Doc. 5) 11 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano ...
Doc. 6) 11 RIS autorizzazione o atto di cessione ...
Doc. 7) 11 nominativo completo del richiedente

Data

N° Protocollo

confronta singole priorità

8) attestati di versamento, totale EUR duecentonovantuno/80

obbligatorio

COMPILATO IL 29 03 2002 FIRMA DEL (1) RICHIEDENTE (1)

CONTINUA SINO Sì

MODUGNO Corrado

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SINO Sì

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. AGR. DI BOLOGNA

codice 137

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

B02002A 0 0 0 1 6 5

Reg. A

L'anno duemiladue

il giorno ventinove

del mese di marzo

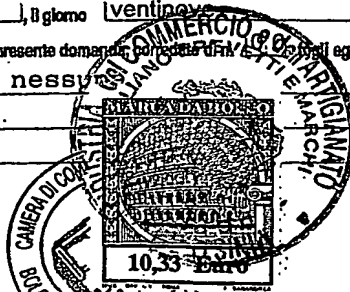
Il (1) richiedente (1) sopraindicato (1) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, con i suoi (1) fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto soprariportato.

I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

nessuna

IL DEPOSITANTE

L'UFFICIALE ROGANTE



A. RICHIEDENTE (I)

		M.C.	
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice
<input type="checkbox"/>	Denominazione		
<input type="checkbox"/>	Residenza		codice

E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome		cognome nome	
05	KALINOWSKI Jan		
06	STAMPOR Waldemar		
07	VIRGILI Dalla		

F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione	tipo di priorità	numero di domanda	data di deposito	allegato S/R	SCIoglimento RISERVE	
					Data	N° Protocollo

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

MODUGNO Corrado

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

NUMERO DOMANDA BO2002A 000165 REG. A
 NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO 12/9/03 120.021
 DATA DI RILASCIO

A. RICHIEDENTE (1)

Denominazione

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Residenza

ROMA

D. TITOLO

DISPOSITIVO ELETTROLUMINESCENTE ORGANICO CON DROGANTI CROMOFORI.

Classe proposta (sez./cl./scd)

(gruppo/sottogruppo)

L. RIASSUNTO

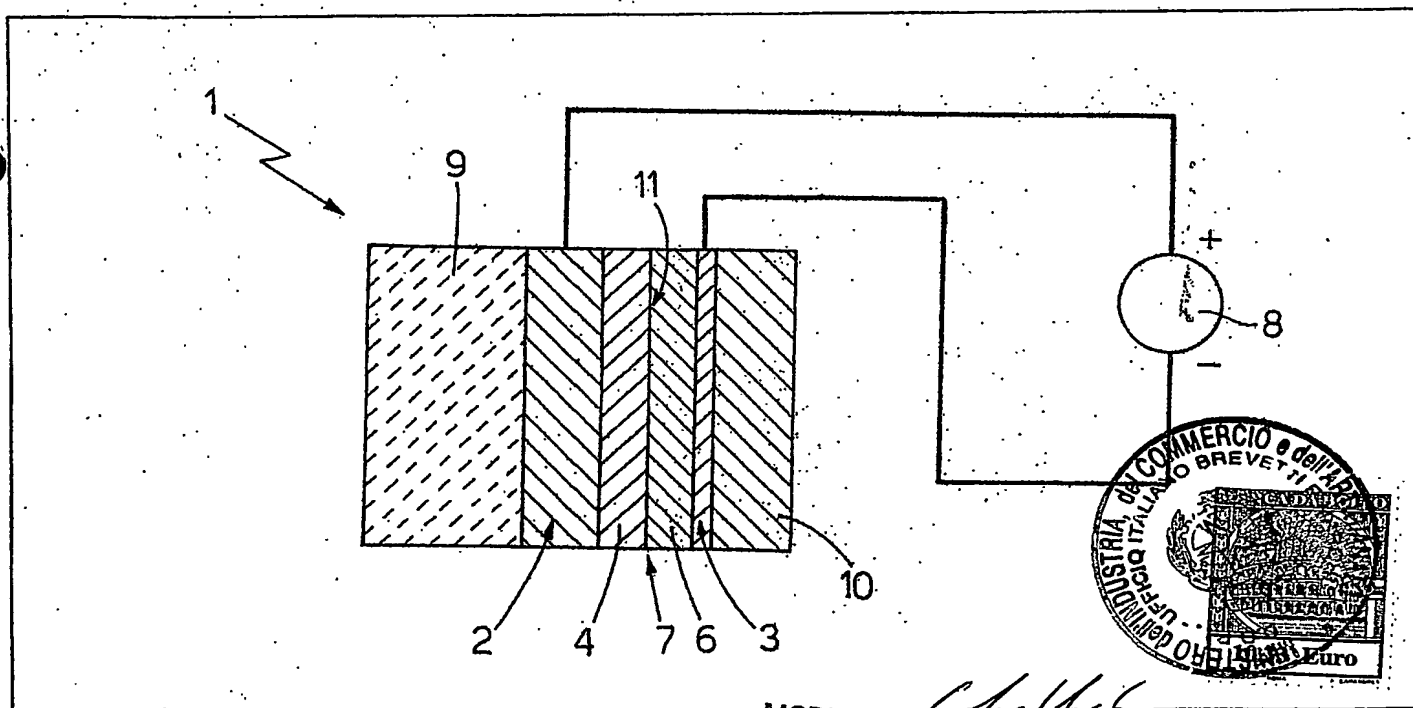
Dispositivo elettroluminescente organico presentante un anodo, un catodo, ed un elemento intermedio, il quale è interposto tra l'anodo ed il catodo e contiene del materiale organico per il trasporto di cariche positive, del materiale organico per il trasporto di cariche negative e del materiale luminofo; il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed il materiale organico per il trasporto di cariche positive essendo atti a formare tra loro complessi molecolari in stato eccitato (ecciplessi od elettroplessi); il materiale luminofo essendo atto ad emettere radiazioni elettromagnetiche ed essendo alimentato, in uso, per trasferimento energetico dai complessi molecolari allo stato eccitato



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
 ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
 DI BOLOGNA
 UFFICIO BREVETTI
 IL FUNZIONARIO

MODUGNO CORRADO
 Iscrizione Albo N. 359

M. DISEGNO



MODUGNO CORRADO

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale
di CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE,
di nazionalità italiana,
con sede a 00185 ROMA
PIAZZALE ALDO MORO, 7

Inventori designati: COCCHI Massimo, DI MARCO Piergiulio,
FATTORI Valeria, GIRO Gabriele,
KALINOWSKI Jan, STAMPOR Waldemar,
VIRGILI Dalia.

La presente invenzione è relativa ad un dispositivo elettroluminescente organico.

Nel campo dei dispositivi elettroluminescenti organici (OLED) è stato recentemente proposto un dispositivo elettroluminescente organico presentante un anodo, un catodo, ed un elemento intermedio, il quale è interposto tra l'anodo ed il catodo e comprende almeno un materiale organico per il trasporto di cariche positive, ed almeno un materiale organico per il trasporto di cariche negative. Il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed il materiale organico per il trasporto di cariche positive sono atti a formare tra loro ecciplessi od elettroplessi.

Qui e in tutto il testo l'espressione "ecciplesso od elettroplesso", significa la combinazione di almeno due molecole in uno stato eccitato, la quale, decadendo, si dissocia nelle molecole costituenti ed emette

radiazioni elettromagnetiche o trasferisce energia ad una molecola accettrice.

I dispositivi elettroluminescenti noti del tipo sopra descritto presentano efficienza relativamente bassa.

Inoltre la variazione della lunghezza d'onda dell'emissione di questo tipo di dispositivi viene ottenuta in maniera relativamente complessa. A questo riguardo, è importante sottolineare che per ottenere lunghezze d'onda differenti è necessario cambiare il materiale organico per il trasporto di cariche positive e/o il materiale organico per il trasporto di cariche positive. Queste variazioni possono portare ad una riduzione della efficienza del dispositivo e richiedere laboriose ricerche per l'individuazione di una migliore combinazione del materiale organico per il trasporto di cariche positive con il materiale organico per il trasporto di cariche positive.

Scopo della presente invenzione è di realizzare un dispositivo elettroluminescente organico, il quale sia privo degli inconvenienti sopra menzionati e il quale sia nel contempo di facile ed economica realizzazione.

Secondo la presente invenzione viene realizzato un dispositivo elettroluminescente organico presentante un anodo, un catodo, ed un elemento intermedio, il quale è interposto tra l'anodo ed il catodo e comprende almeno un materiale organico per il trasporto di cariche positive, ed almeno un materiale organico per il trasporto di cariche negative; il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed il materiale organico per il trasporto di cariche positive essendo atti a

formare tra loro ecciplessi od elettroplessi; il dispositivo essendo caratterizzato dal fatto che il detto elemento intermedio comprende almeno un materiale luminifero; il materiale luminifero essendo atto ad emettere radiazioni elettromagnetiche il materiale luminifero essendo alimentato, in uso, per trasferimento energetico dai detti ecciplessi od elettroplessi.

Il dispositivo sopradefinito, nel quale l'elemento intermedio presenti uno strato intermedio comprendente una miscela del materiale organico per il trasporto di cariche positive e del materiale organico per il trasporto di cariche negative, è relativamente costoso e di difficile realizzazione. A tale riguardo, è importante sottolineare che lo strato intermedio del tipo descritto viene solitamente ottenuto mediante una operazione relativamente complessa e difficile, vale a dire una contemporanea sublimazione di due sostanze dalle caratteristiche chimico-fisiche tra loro differenti.

Pertanto secondo una preferita forma di attuazione, l'elemento intermedio include sostanzialmente un primo strato, il quale comprende il materiale organico per il trasporto cariche positive ed è disposto a contatto dell'anodo, ed un secondo strato, il quale comprende il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed è disposto a contatto del detto catodo e del detto primo strato.

Qui e nel testo che segue l'espressione "includendo sostanzialmente" non significa che il dispositivo elettroluminescente organico non possa comprendere altri costituenti, ma significa che non è presente tra l'anodo ed il catodo uno strato che comprende una

miscela del materiale organico per il trasporto di cariche negative e del materiale organico per il trasporto di cariche positive.

È possibile che, in uso, gli ecciplessi od elettroplessi che si formano si diffondano all'interno del primo strato contenente il materiale per il trasporto di cariche positive.

Pertanto, per aumentare l'efficienza di questo tipo di dispositivo, preferibilmente, il detto primo strato comprende il materiale luminofo.

Nel dispositivo sopra definito è possibile che si creino delle correnti di fuga, le quali non contribuiscono all'emissione delle radiazioni elettromagnetiche e sono dovute soprattutto a delle correnti positive (ovvero a cessioni di lacune elettroniche tra molecole adiacenti) che partono dall'anodo, attraversano il primo ed il secondo strato e si scaricano al catodo. Il passaggio di carica tra il primo ed il secondo strato avviene come conseguenza di un salto elettronico dall'HOMO del materiale organico per il trasporto di cariche negative all'HOMO (nel quale è presente una lacuna elettronica) del materiale organico per il trasporto di cariche positive. Queste correnti, oltre a diminuire l'efficienza degli OLED, innalzano la temperatura provocando alterazioni morfologiche del primo e del secondo strato con il conseguente danneggiamento del dispositivo.

Per tale motivo, preferibilmente, il detto materiale organico per il trasporto di cariche negative presenta un primo potenziale di ionizzazione ed il detto materiale organico per il trasporto di cariche positive presenta un secondo potenziale di ionizzazione, il primo

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



potenziale di ionizzazione essendo superiore di almeno 0,7 elettronvolt al secondo potenziale di ionizzazione.

Inoltre è possibile, anche se con relativamente minore facilità, che si creino delle correnti di fuga, le quali non contribuiscono all'emissione delle radiazioni elettromagnetiche e sono dovute soprattutto a delle correnti negative (ovvero passaggi di elettroni tra molecole adiacenti) che partono dal catodo, attraversano il secondo ed il primo strato e si scaricano all'anodo. Il passaggio di carica tra secondo e primo strato avviene, in questo caso, come conseguenza di un salto elettronico dal LUMO del materiale organico per il trasporto di cariche negative al LUMO del materiale organico per il trasporto di cariche positive.

Anche le correnti negative oltre a diminuire l'efficienza degli OLED innalzano la temperatura provocando alterazioni morfologiche del primo e del secondo strato con il conseguente danneggiamento del dispositivo.

Di conseguenza secondo una preferita forma di attuazione, il detto materiale organico per il trasporto di cariche negative presenta una prima affinità elettronica ed il detto materiale organico per il trasporto di cariche positive presenta una seconda affinità elettronica; la prima affinità elettronica essendo superiore di almeno 0,4 elettronvolt alla seconda affinità elettronica.

La presente invenzione è, inoltre, relativa ad un metodo per la realizzazione di un dispositivo elettroluminescente organico.

In base alla presente invenzione viene fornito un metodo per la

realizzazione di un dispositivo elettroluminescente organico secondo quanto rivendicato dalla rivendicazione 26.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano alcuni esempi di attuazione non limitativi, in cui:

la figura 1 è una sezione trasversale di una prima forma d'attuazione del dispositivo secondo la presente invenzione;

la figura 2 è una vista prospettica, con parti asportate per chiarezza, di un particolare di una seconda forma d'attuazione del dispositivo secondo la presente invenzione;

la figura 3 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 1;

la figura 4 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 1;

la figura 5 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 1;

la figura 6 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 2;

la figura 7 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 2;

la figura 8 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 2;

la figura 9 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 3;

la figura 10 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 3;

la figura 11 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 3;

la figura 12 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 4;

la figura 13 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 4;

la figura 14 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 4

la figura 15 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 5;

la figura 16 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione

densità di corrente – tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 5;

la figura 17 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 5;

la figura 18 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 6;

la figura 19 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza – tensione applicata e la funzione densità di corrente – tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 6;

la figura 20 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 6;

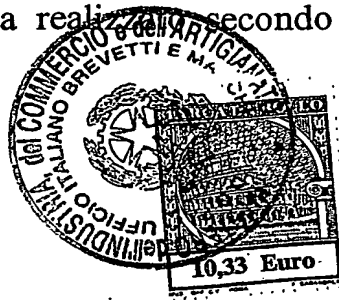
la figura 21 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 7;

la figura 22 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 9;

la figura 23 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza – tensione applicata e la funzione densità di corrente – tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 9;

la figura 24 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 9;

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



la figura 25 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 10;

la figura 26 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 10;

la figura 27 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 10;

la figura 28 illustra uno spettro di emissione di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 11;

la figura 29 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione intensità di elettroluminescenza - tensione applicata e la funzione densità di corrente - tensione applicata di un dispositivo realizzato secondo l'esempio 11; e

la figura 30 è un grafico sperimentale raffigurante la funzione efficienza di un dispositivo - tensione applicata realizzato secondo l'esempio 11.

Con riferimento alla figura 1, con 1 è indicato nel suo complesso un dispositivo elettroluminescente organico comprendente un anodo 2 ed un catodo 3 tra loro separati da uno strato 4 comprendente almeno un materiale organico per il trasporto di cariche positive e da uno strato 6 comprendente almeno un materiale organico per il trasporto di cariche negative. Lo strato 4 e lo strato 6 sono tra loro a contatto, ma sostanzialmente separati. Il materiale organico per il trasporto di

cariche positive è atto a combinarsi con il materiale organico per il trasporto di cariche negative in modo da formare degli ecciplessi od elettroplessi, i quali decadendo da un loro stato elettricamente eccitato sono atti ad emettere radiazioni elettromagnetiche o a trasferire energia a molecole accettrici.

Lo strato 4 e lo strato 6 sono parte di un elemento intermedio 7 interposto tra l'anodo 2 ed il catodo 3.

Lo strato 4 comprende, almeno un materiale luminofo costituito da molecole accettrici, le quali, una volta eccitate, sono atte ad emettere radiazioni elettromagnetiche mediante fluorescenza o fosforescenza.

Preferibilmente, lo strato 4 comprende, inoltre, un materiale per dare allo strato stesso solidità meccanica, per esempio il policarbonato.

Il catodo 3 e l'anodo 2 sono collegati (in modo noto e schematicamente illustrato) ad un generatore 8 di corrente esterno, il quale è atto ad indurre una differenza di potenziale fra il catodo 3 e l'anodo 2.

Lo strato 4 è atto a trasferire vacanze elettroniche, le quali sono causate, in uso, dai processi ossidativi che avvengono all'anodo 2, dall'anodo 2 verso lo strato 6. Lo strato 4 è disposto a contatto dell'anodo 2 e dello strato 6, in modo da essere posizionato da banda opposta del catodo 3 rispetto allo strato 4.

Lo strato 6 è atto a trasferire elettroni provenienti dal catodo 3 verso lo strato 4 ed è disposto a contatto del catodo 3 e da banda opposta dell'anodo 2 rispetto allo strato 4.

Un substrato 9 di vetro è disposto da banda opposta dello strato 4

rispetto all'anodo 2 e fornisce un supporto meccanico all'anodo 2, il quale presenta uno strato relativamente sottile di un materiale con un'alta funzione di lavoro, ad esempio Calcio o Ossido di Stagno ed Indio (ITO). A questo riguardo, è importante sottolineare che sia l'anodo 2 che il substrato 9 di vetro, essendo trasparenti, permettono il passaggio della luce.

Il catodo 3 è dotato di uno strato, il quale è costituito da un materiale con bassa funzione di lavoro, ad esempio calcio, ed è disposto a contatto di uno strato di argento 10.

Secondo un'ulteriore forma di attuazione non illustrata il materiale luminofo è disposto sostanzialmente ad un'interfaccia 11 definita dagli strati 4 e 5.

La realizzazione del dispositivo elettroluminescente organico 1 viene effettuata mediante un metodo comprendente una fase di deposito per depositare sull'anodo 2 l'elemento intermedio 7; ed una fase di apposizione per posizionare sull'elemento intermedio 7 un catodo 3.

Il materiale luminofo viene scelto in modo che le radiazioni elettromagnetiche, le quali vengono emesse, in uso, dal materiale luminofo, siano di una determinata lunghezza d'onda.

Preferibilmente, la fase di deposito comprende una prima sottofase di deposito per depositare sull'anodo 2 il primo strato 4; ed una seconda sottofase di deposito per depositare sul primo strato 4 il secondo strato 6.

Durante la detta prima sottofase di deposito, viene depositato il materiale luminofo e, preferibilmente, il policarbonato (PC).

In uso, il generatore 8 di corrente viene azionato in modo da generare una differenza di potenziale fra l'anodo 2 e il catodo 3. Le vacanze elettroniche che si creano in corrispondenza dell'anodo 2 nel materiale per il trasporto di cariche positive si trasferiscono a causa del campo elettrico generatosi tra il catodo 3 e l'anodo 2 sino ad un interfaccia 11. Analogamente, gli elettroni ceduti dal catodo al materiale per il trasporto di carica negativa si trasferiscono attraverso lo strato 6 fino all'interfaccia 11.

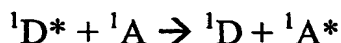
A questo punto, i cationi molecolari dello strato 4 e gli anioni molecolari dello strato 6 si combinano all'interfaccia 11 in modo da formare degli ecciplessi o degli elettroplessi, vale a dire combinazioni di almeno due molecole in uno stato eccitato, i quali diffondono parzialmente all'interno del primo strato 4 e decadono trasferendo energia alle molecole accettrici del materiale luminofo. Le molecole accettrici, del materiale luminofo, così eccitate emettono radiazioni elettromagnetiche mediante fluorescenza o fosforescenza.

Esistono sostanzialmente due meccanismi attualmente discussi per il trasferimento energetico da una molecola donatrice in stato eccitato ad una molecola accettrice. Il primo meccanismo è il trasferimento di tipo Dexter (D.L.Dexter, "A theory of sensitized luminescence in solids" J. Chem. Phys. 1953, 21, 836-850), secondo il quale un eccitone salta dalla molecola donatrice alla molecola accettrice. Il trasferimento di tipo Dexter è relativamente a corto raggio (vale a dire avviene fra molecole relativamente vicine), dipende dalla sovrapposizione degli orbitali della molecola donatrice e degli orbitali

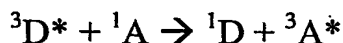
MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



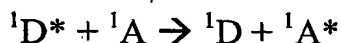
della molecola accettrice e avviene in modo da conservare la simmetria di spin secondo le possibili relazioni:



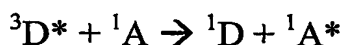
o



Il secondo meccanismo è il trasferimento di tipo Förster (T. Förster, *Zwischenmolekulare Energiewarung and Fluoreszenz*, *Annalen der Physik*, 1948, 2, 55-75), che avviene mediante un accoppiamento dei dipoli della molecola donatrice con i dipoli della molecola accettrice. Il trasferimento di tipo Förster è relativamente a lungo raggio (vale a dire fra molecole relativamente lontane) e avviene senza che necessariamente si conservi la simmetria di spin secondo le possibili relazioni:



o



Sorprendentemente il dispositivo 1 elettroluminescente organico presenta una efficienza relativamente elevata e permette variando il materiale luminifero di variare la lunghezza d'onda dell'emissione.

A questo riguardo, è importante sottolineare che l'efficienza del dispositivo 1 (η_{TE}) è, tra l'altro, funzione del rapporto fra il tempo medio di trasferimento energetico (τ_{TE}) tra molecole donatrici e molecole accettrici ed il tempo medio di disattivazione (τ_d) delle molecole donatrici in stato eccitato attraverso altre vie di disattivazione

(ad esempio degradazione termica) sostanzialmente secondo la funzione:

$$\eta_{TE} \propto 1/(1+\tau_{TE}/\tau_d)$$

A tale proposito, è importante sottolineare, che η_{TE} tende ad 1 quando τ_{TE}/τ_d tende a 0, che il tempo medio di disattivazione delle molecole donatrici in stato eccitato è caratteristico del tipo di molecole e che il tempo medio di trasferimento energetico è funzione del rapporto della concentrazione delle molecole accettrici con la concentrazione delle molecole donatrici.

Le molecole donatrici che vengono solitamente utilizzate in altri dispositivi elettroluminescenti organici presentano tempi medi di disattivazione sostanzialmente non superiori ai 10 nanosecondi.

D'altro canto, gli ecciplessi od elettroplessi, che nel dispositivo 1 agiscono da molecole donatrici, presentano tempi medi di disattivazione sostanzialmente non inferiori ai 100 nanosecondi.

Da quanto sopra esposto si evince che la selezione dei materiali organici per il trasporto di cariche negative, per il trasporto di cariche positive e del materiale luminifero deve essere effettuata con cura. In particolare, il materiale organici per il trasporto di cariche positive ed il materiale per il trasporto di cariche negative devono essere scelti in modo da essere atti a formare tra loro degli ecciplessi o degli elettroplessi.

Per migliorare il rendimento del dispositivo elettroluminescente organico 1 è preferibile che il materiale organico per il trasporto di

cariche negative abbia il potenziale di ionizzazione superiore di almeno 0,7 elettronvolt al potenziale di ionizzazione del materiale organico per il trasporto di cariche positive. In tale maniera, gli elettroni presenti sull'HOMO del materiale organico per il trasporto di cariche negative, che è disposto in corrispondenza dell'interfaccia 11, sostanzialmente non riescono a passare sull'HOMO, del materiale organico per il trasporto di cariche positive, che è disposto all'interfaccia 11.

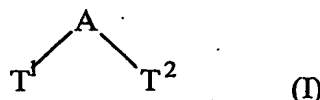
È, inoltre, preferibile che la affinità elettronica del materiale organico per il trasporto di cariche negative sia superiore di almeno 0,4 elettronvolt all'affinità elettronica del materiale organico per il trasporto di cariche positive. Analogamente a quanto accade per le cariche positive, in tale maniera, gli elettroni provenienti dal catodo presenti sul LUMO del materiale per il trasporto di cariche negative, che è disposto all'interfaccia 11, non riescono sostanzialmente a passare sul LUMO del materiale organico per il trasporto di cariche positive, il quale è disposto all'interfaccia 11.

Scegliendo in questa maniera i materiali organici per il trasporto di cariche negative e di cariche positive si limitano sostanzialmente delle correnti di fuga, le quali non contribuiscono all'emissione delle radiazioni elettromagnetiche

Preferibilmente, il materiale organico per il trasporto di cariche negative viene selezionato in modo che la sua affinità elettronica sia relativamente vicina alla funzione lavoro del materiale di cui il catodo è sostanzialmente costituito ed il materiale per il trasporto di cariche positive viene selezionato in modo che il suo potenziale di ionizzazione

sia relativamente vicino alla funzione di lavoro del materiale di cui l'anodo è sostanzialmente costituito.

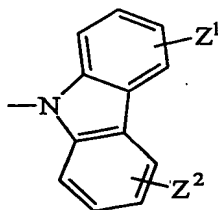
Il materiale organico per il trasporto di cariche positive comprende, preferibilmente, una ammina aromatica terziaria la quale è atta a trasferire cariche positive e soddisfa la formula di struttura (I):



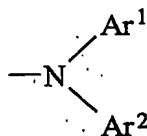
in cui T^1 e T^2 rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, una ammina terziaria; ed in cui A rappresenta un gruppo arilico.

Con l'espressione "ciascuno indipendentemente dall'altro" si intende il fatto che T^1 e T^2 possono essere tra loro identici o diversi.

Preferibilmente, T^1 e T^2 rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, una ammina terziaria che soddisfa la formula di struttura (II) o la formula di struttura (III):



(II),



(III);

in cui Z^1 e Z^2 , rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, un gruppo alchilico, un gruppo alcolico o un atomo di idrogeno; ed in cui Ar^1 ed Ar^2 rappresentano, ciascuno in maniera indipendente dall'altro, un gruppo arilico.

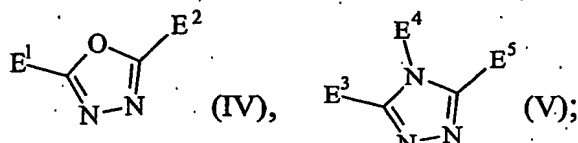
In particolare, il materiale organico per il trasporto di cariche positive comprende

4,4',4''-Tris(N-3-metilfenil-N-fenilamino)-



trifenilammina (m-MTDATA) , N,N'-Bis-(3-metilfenil)-N,N'-bis-(fenil)-benzidina (TPD) , 4,4',4''-Tri(N,N-difenil-ammino)-trifenilammina (TDATA) e/o 4,4',4''-Tri(carbazol-9-il)-trifenilammina (TCTA).

Il materiale organico per il trasporto di cariche negative comprende, preferibilmente, un ossidiazolo che soddisfa la formula di struttura (IV) o un triazolo che soddisfa la formula di struttura (V):



in cui E¹, E², E³, E⁴ ed E⁵ sono, ciascuno indipendentemente dagli altri, un gruppo arilico.

In particolare, il materiale organico per il trasporto di cariche negative comprende 3,5-bi(4-ter-butil-fenil)-4-fenil-triazolo (TAZ) e/o 3-(4-difenilil)-4-fenil-5-ter-butilfenil-1,2,4-triazolo (PBD).

Secondo una forma di attuazione, il materiale luminofooro comprende almeno un composto ciclometallato, che soddisfa le formula di struttura M L L' L'' o M' L L', in cui M ed M' rappresentano un metallo di transizione, L, L' ed L'' rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un legante chelante, che soddisfa la formula di struttura:

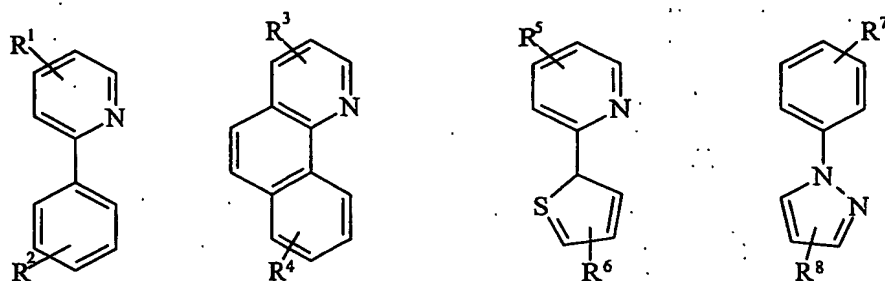


in cui Y rappresenta un eteroatomo donatore di elettroni.

M' rappresenta Platino o Palladio.

Preferibilmente, M rappresenta iridio (Ir).

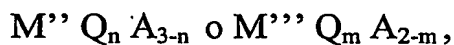
Preferibilmente M ed M' sono formalmente carichi positivamente ed i leganti chelanti, L, L' ed L'' soddisfano, ciascuno indipendentemente dagli altri, una delle seguenti formule di struttura:



in cui R¹, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶, R⁷, e R⁸ rappresentano ciascuno indipendentemente dagli altri un gruppo alchilico, un gruppo arilico, un anello condensato, un atomo di idrogeno; L, L' ed L'' essendo formalmente carichi negativamente.

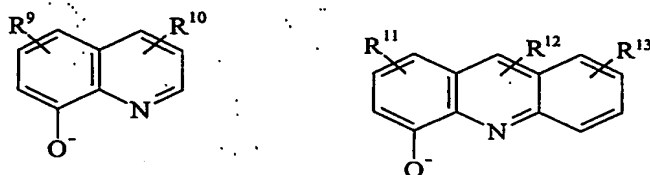
Preferibilmente il composto ciclometallato è Iridio tris(2-fenilpiridina) (Ir(ppy)₃), Platino bis(2-tienilpiridina) (Pt(tpy)₂) o Platino bis(2-fenilpiridina) (Pt(ppy)₂).

Secondo una ulteriore forma di attuazione il materiale luminofo comprende almeno un complesso organometallico che soddisfa la formula di struttura:



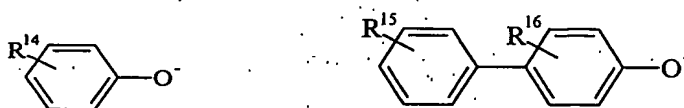
in cui n è compreso fra 1 e 3, m è 1 o 2, ciascun Q rappresenta, in modo indipendente dagli altri Q, un derivato chinolinico, ciascun A rappresenta, in modo indipendentemente dagli altri A, un derivato fenolico, M'' ha carica formale positiva e rappresenta alluminio (Al), o gallio (Ga), ed in cui M''' ha carica formale positiva e rappresenta zinco (Zn), o berillio (Be).

Preferibilmente ciascun Q rappresenta, in modo indipendente dagli altri Q, un derivato chinolinico avente una delle seguenti formule di struttura:



in cui R^9 , R^{10} , R^{11} , R^{12} ed R^{13} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un gruppo alchilico, un atomo di idrogeno, o un gruppo arilico.

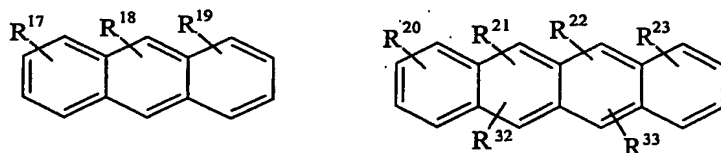
Preferibilmente, inoltre, ciascun A è un derivato fenolico, che soddisfa, ciascuno in modo indipendente dagli altri A, una delle seguenti formule di struttura:



in cui R^{14} , R^{15} ed R^{16} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri: un gruppo alchilico, un atomo di idrogeno, o un gruppo arilico.

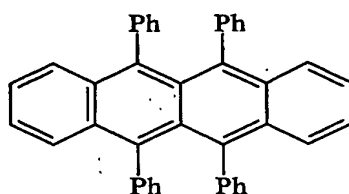
Preferibilmente, il complesso organometallico è Alluminio bis(fenolo)(8-idrossichinaldina) (Alqfen2).

Secondo una ulteriore forma di attuazione il materiale luminofo comprende almeno un idrocarburo aromatico ad anelli condensati che soddisfa una delle seguenti formule di struttura:

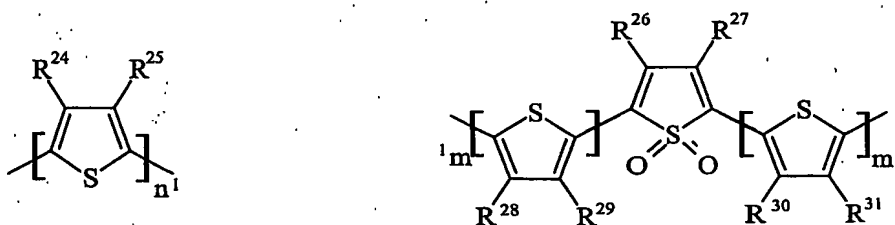


in cui R^{17} , R^{18} , R^{19} , R^{20} , R^{21} , R^{22} , R^{23} , R^{32} e R^{33} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri un gruppo alchilico, un atomo di idrogeno, un gruppo arilico.

Preferibilmente, l'idrocarburo aromatico ad anelli condensati è Rubrene, la cui formula di struttura è:



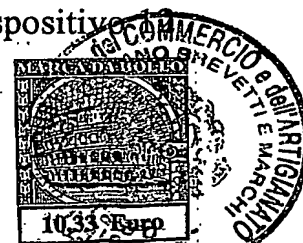
Secondo una ulteriore forma di attuazione, il materiale luminofo comprende almeno un derivato tiofenico che soddisfa una delle seguenti formule di struttura:



in cui n^1 è un numero intero compreso fra 3 e 7, m^1 ed m^2 sono, ciascuno indipendentemente dall'altro, numeri interi compresi fra 1 e 3, in cui R^{24} , R^{25} , R^{26} , R^{27} , R^{28} , R^{29} , R^{30} ed R^{31} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un gruppo alchilico, un atomo di idrogeno, o un gruppo arilico.

La variante illustrata nella figura 2 è relativa ad un dispositivo di

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



elettroluminescente organico simile al dispositivo 1 e le cui parti sono contrassegnate con gli stessi numeri di riferimento che contraddistinguono le corrispondenti parti del dispositivo di controllo 1.

Il dispositivo 12 differisce dal dispositivo 1 sostanzialmente per il fatto che, nel dispositivo 12, sono presenti una pluralità di anodi 2 e di catodi 3 aventi la forma di parallelepipedi a base rettangolare; i catodi 3 giacendo su un piano diverso è parallelo al piano sul quale giacciono gli anodi 2. Gli strati 4 e 6 sono disposti compresi fra i due piani. Gli assi longitudinali dei catodi 3 sono tra loro paralleli e trasversali agli assi longitudinali degli anodi 2. In tale maniera i catodi 3 sovrapponendosi agli anodi 2 definiscono una pluralità di zone 13, ciascuna delle quali può illuminarsi singolarmente ed indipendentemente dalle altre.

Ulteriori caratteristiche della presente invenzione risulteranno dalla descrizione che segue di alcuni esempi non limitativi dal dispositivo 1 elettroluminescente organico.

Esempio 1

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato nella seguente maniera.

Una lastra di vetro ricoperta da uno strato di ossido di stagno ed indio, che ha uno spessore di circa 100 nm ed è sostanzialmente trasparente, è stata pulita immergendola in una soluzione bollente di acetone ed alcool e riponendola, successivamente, per circa trenta minuti in una lavatrice ad ultrasuoni.

A questo punto viene steso, utilizzando uno spin coater, un primo film sottile di 60 nm da una soluzione di 4,4',4''-Tris(N-3-metilfenil-N-fenilammino)-trifenilammina (m-MTDATA) : policarbonato (PC) : Rubrene nelle proporzioni 75:24:1 in diclorometano; sopra questo, per sublimazione in un evaporatore ad alto vuoto ed alla pressione di 8×10^{-1} Pa, viene depositato uno strato dello spessore di 60 nm di 2-(4-bifenil)-5-fenil-1,3,4-ossadiazolo (PBD); uno strato di calcio dello spessore di 25 nm; uno strato di argento dello spessore di 100 nm.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di $0,07 \text{ cm}^2$, è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20°C e i 24°C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel giallo avente uno spettro caratteristico del Rubrene illustrato dalla figura 3. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 4. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 5.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 2

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico

dell'esempio 1 eccetto per il fatto che invece dello strato di m-MTDATA:PC:Rubrene è stato depositato uno strato di m-MTDATA:PC: Ir(ppy)₃ nelle proporzioni 75:20:5. Ir(ppy)₃ è Iridio tris(2-fenilpiridina).

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel verde avente uno spettro caratteristico di Ir(ppy)₃ illustrato dalla figura 6. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 7. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 8.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 3

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 1 eccetto per il fatto che invece dello strato di m-MTDATA:PC:Rubrene è stato depositato uno strato di m-MTDATA:PC: Ir(ppy)₃:Rubrene nelle proporzioni 73:20:6:1.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una

temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel verde-giallo avente uno spettro illustrato dalla figura 9. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 10. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 11.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 4

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 1 eccetto per il fatto che invece dello strato di m-MTDATA:PC:Rubrene è stato depositato uno strato di N,N'-Bis-(3-metilfenil)-N,N'-bis-(fenil)-benzidina (TPD):PC:Alqfen₂ nelle proporzioni 75:24:1. Alqfen₂ è Alluminio bis(fenolo)(8-idrossichinaldina).

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel blu avente uno spettro caratteristico del Alqfen₂ illustrato dalla figura 12. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale



dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 13. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 14.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 5

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 4 eccetto per il fatto che invece dello strato di TPD:PC:Alqfen₂ è stato depositato uno strato di TPD:PC: Ir(ppy)₃ nelle proporzioni 74:20:6.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel verde avente uno spettro caratteristico del Ir(ppy)₃ illustrato dalla figura 15. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 16. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 17.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una

efficienza relativamente elevata.

Esempio 6

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 4 eccetto per il fatto che invece dello strato di TPD:PC:Alqfen₂ è stato depositato uno strato di TPD:PC:Ir(ppy)₃:Rubrene nelle proporzioni 73:20:6:1.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un'umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel verde-giallo avente uno spettro illustrato dalla figura 18. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 19. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 20.

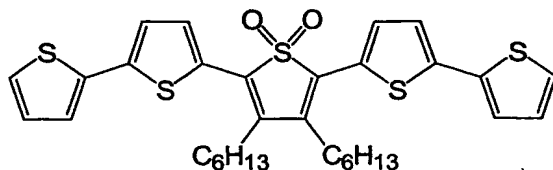
Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 7

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 4 eccetto per il fatto che invece dello strato di TPD:PC:Alqfen₂ è stato depositato uno strato di TPD: 3'',4'-diesil-

2,2':5',2'':5'',2''':5''',2''''-quinquetiofene nelle proporzioni 75:5.

Il 3'',4'-diesil-2,2':5',2'':5'',2''':5''',2''''-quinquetiofene ha seguente formula di struttura:



Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di $0,07 \text{ cm}^2$, è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20°C e i 24°C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel rosso-arancio avente uno spettro illustrato dalla figura 21.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza relativamente elevata.

Esempio 8

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 4 eccetto per il fatto che invece dello strato di TPD:PC:Alqfen₂ è stato depositato uno strato di TPD:Zn bis(idrossichinolina) e nelle seguenti proporzioni 75:5.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di $0,07 \text{ cm}^2$, è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20°C e i 24°C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel verde-giallo.

Sorprendentemente il dispositivo così ottenuto presenta una efficienza

relativamente elevata.

Esempio 9

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato nella seguente maniera.

Una lastra di vetro ricoperta da uno strato di ossido di stagno ed indio, che ha uno spessore di circa 100 nm ed è sostanzialmente trasparente, è stata pulita immergendola in una soluzione bollente di acetone ed alcool e riponendola, successivamente, per circa trenta minuti in una lavatrice ad ultrasuoni.

A questo punto viene steso, utilizzando uno spin coater, un primo film sottile di 60 nm da una soluzione di TPD : polycarbonato (PC) : Platino bis(2-tienilpiridina) ($\text{Pt}(\text{tpy})_2$) nelle seguenti proporzioni (74:20:6) in diclorometano; sopra questo, per sublimazione in un evaporatore ad alto vuoto ed alla pressione di 8×10^{-1} Pa, viene depositato uno strato dello spessore di 60 nm di 2-(4-bifenil)-5-fenil-1,3,4-ossadiazolo (PBD); uno strato di calcio dello spessore di 25 nm; uno strato di argento dello spessore di 100 nm.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di 0,07 cm², è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel rosso-arancio avente uno spettro caratteristico del complesso ciclometallato $\text{Pt}(\text{tpy})_2$ illustrato nella figura 22. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



della tensione applicata sono illustrate nella figura 23. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 24.

Esempio 10

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 9 eccetto per il fatto che invece del Pt(ppy)_2 è stato utilizzato Pt(ppy)_2 . Il Pt(ppy)_2 è Platino bis(2-fenilpiridina).

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di $0,07 \text{ cm}^2$, è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20°C e i 24°C e con un umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel blu-verde illustrato dalla figura 25. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 26. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 27.

Esempio 11

Un dispositivo elettroluminescente organico è stato preparato in modo sostanzialmente identico al dispositivo elettroluminescente organico dell'esempio 10 eccetto per il fatto che si è utilizzata una diversa proporzione fra le molecole attive, vale a dire $\text{TPD} : \text{PC} : \text{Pt(ppy)}_2$ in

rapporto 40:20:40.

Il dispositivo così ottenuto, avente una superficie attiva di $0,07 \text{ cm}^2$, è stato testato in condizioni ambientali di laboratorio (ovvero con una temperatura compresa fra i 20° C e i 24° C e con un'umidità compresa fra il 55% ed il 65%) ed ha mostrato una emissione elettromagnetica nel rosso caratteristica dell'aggregato intermolecolare del Pt(ppy)_2 illustrato dalla figura 28. Le curve ricavate sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo e rappresentanti l'intensità di elettroluminescenza e la densità di corrente in funzione della tensione applicata sono illustrate nella figura 29. La curva ricavata sperimentalmente dall'utilizzo di tale dispositivo rappresentante l'efficienza in funzione della tensione applicata è illustrata nella figura 30.

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

RIVENDICAZIONI

1.- Dispositivo elettroluminescente organico presentante un anodo (2), un catodo (3), ed un elemento intermedio (7), il quale è interposto tra l'anodo (2) ed il catodo (3) e comprende almeno un materiale organico per il trasporto di cariche positive, ed almeno un materiale organico per il trasporto di cariche negative; il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed il materiale organico per il trasporto di cariche positive essendo atti a formare tra loro ecciplessi od elettroplessi; il dispositivo (1) essendo caratterizzato dal fatto che il detto elemento intermedio (7) comprende almeno un materiale luminofo; il materiale luminofo essendo atto ad emettere radiazioni elettromagnetiche; il materiale luminofo essendo alimentato, in uso, per trasferimento energetico dai detti ecciplessi od elettroplessi.

2.- Dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui il detto elemento intermedio (7) include sostanzialmente un primo strato (4), il quale comprende il materiale organico per il trasporto cariche positive ed è disposto a contatto dell'anodo (2), ed un secondo strato (6), il quale comprende il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed è disposto a contatto del detto catodo (3) e del detto primo strato (4).

3.- Dispositivo secondo la rivendicazione 2, in cui il detto primo strato (4) comprende il materiale luminofo.

4.- Dispositivo secondo una delle precedenti rivendicazioni, in cui il detto anodo (2) è sostanzialmente trasparente.

5.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 2 alla 4, in

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

cui il detto primo strato (4) comprende del policarbonato (PC).

6.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 2 alla 5, in cui il detto materiale organico per il trasporto di cariche negative presenta un primo potenziale di ionizzazione ed il detto materiale organico per il trasporto di cariche positive presenta un secondo potenziale di ionizzazione; il primo potenziale di ionizzazione essendo superiore di almeno 0,7 elettronvolt al secondo potenziale di ionizzazione.

7.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale organico per il trasporto di cariche negative presenta una prima affinità elettronica ed il detto materiale organico per il trasporto di cariche positive presenta una seconda affinità elettronica; la prima affinità elettronica essendo superiore di almeno 0,4 elettronvolt alla seconda affinità elettronica.

8.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale luminofo comprende almeno un composto ciclometallato, che soddisfa la formula di struttura $M L L' L''$, in cui M rappresenta un metallo di transizione, L, L' ed L'' rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un legante chelante, che soddisfa la formula di struttura:



in cui Y rappresenta un eteroatomo donatore di elettroni.

9.- Dispositivo secondo la rivendicazione 8, in cui M rappresenta l'iridio (Ir).

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



10.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 8 alla 9, in cui M è formalmente carico positivamente.

11.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 1 alla 7, in cui il detto materiale luminofo comprende almeno un composto ciclometallato, che soddisfa la formula di struttura $M' L L'$, in cui M' rappresenta un metallo di transizione, L ed L' rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un legante chelante, che soddisfa la formula di struttura:

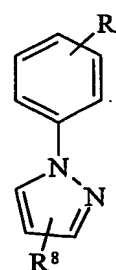
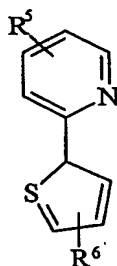
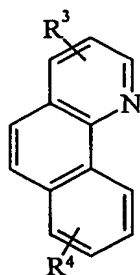
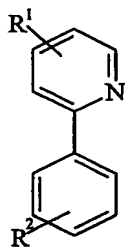


in cui Y rappresenta un eteroatomo donatore di elettroni; M' rappresentando un metallo di transizione scelto nel gruppo consistente in:

- Platino (Pt); e
- Palladio (Pd).

12.- Dispositivo secondo la rivendicazione 11, in cui M' è formalmente carico positivamente.

13.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 8 alla 12, in cui i leganti chelanti, L, L' ed L'' soddisfano, ciascuno indipendentemente dagli altri, una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



in cui R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , e R^8 rappresentano ciascuno indipendentemente dagli altri uno a scelta fra:

- un gruppo alchilico,
- un gruppo arilico,
- un anello condensato, o
- un atomo di idrogeno;

L, L' ed L'' essendo formalmente carichi negativamente.

14.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 8, 9, 10 e 13, in cui il detto composto ciclometallato è Iridio tris(2-fenilpiridina) (Ir(ppy)_3).

15.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 11 alla 13, in cui il detto composto ciclometallato è scelto nel gruppo consistente in:

- Platino bis(2-tienilpiridina); e
- Platino bis(2-fenilpiridina).

16.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale luminifero comprende almeno un complesso organometallico che soddisfa la formula di struttura:



in cui n è compreso fra 1 e 3, ciascun Q è, indipendentemente dagli altri Q, un derivato chinolinico e ciascun A è, indipendentemente dagli altri, un derivato fenolico ed in cui M'' è un metallo, avente carica formale positiva, scelto nel gruppo consistente in:

- alluminio (Al), e
- gallio (Ga).

17.- Dispositivo secondo la rivendicazione 16, in cui il complesso organometallico è Alluminio bis(fenolo)(8-idrossichinaldina) (Alqfen₂).

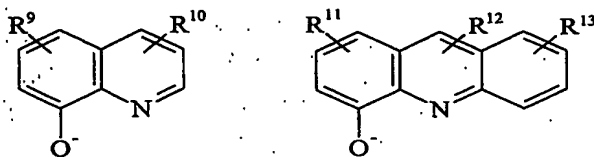
18.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale luminofo comprende almeno un complesso organometallico, che soddisfa la formula di struttura:



in cui m è 1 o 2, ciascun Q è, indipendentemente dall'altro Q, un derivato chinolinico e ciascun A è, indipendentemente dall'altro A, un derivato fenolico ed in cui M''' è un metallo, avente carica formale positiva, scelto nel gruppo consistente in:

- zinco (Zn), e
- berillio (Be).

19.- Dispositivo secondo la rivendicazione 16 o 18, in cui ciascun Q rappresenta, in modo indipendente dagli altri Q, un derivato chinolinico, che soddisfa una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:

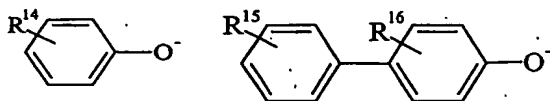


in cui R⁹, R¹⁰, R¹¹, R¹² ed R¹³ rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri uno a scelta fra:

- un gruppo alchilico,
- un atomo di idrogeno, o
- un gruppo arilico.

20.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni dalla 16 alla 19,

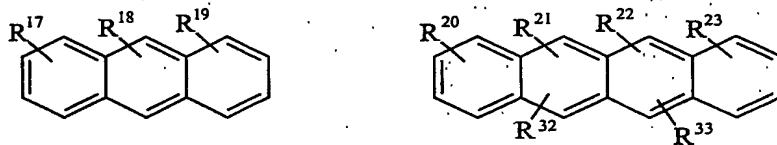
in cui ciascun A è un derivato fenolico, che soddisfa, in modo indipendente dagli altri A, una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



in cui R^{14} , R^{15} ed R^{16} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri uno a scelta fra:

- un gruppo alchilico,
- un atomo di idrogeno, o
- un gruppo arilico.

21.- Dispositivo secondo una delle precedenti rivendicazioni, in cui il detto materiale luminofo comprende almeno un idrocarburo aromatico ad anelli condensati che soddisfa una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



in cui R^{17} , R^{18} , R^{19} , R^{20} , R^{21} , R^{22} , R^{23} , R^{32} ed R^{33} rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri uno a scelta fra:

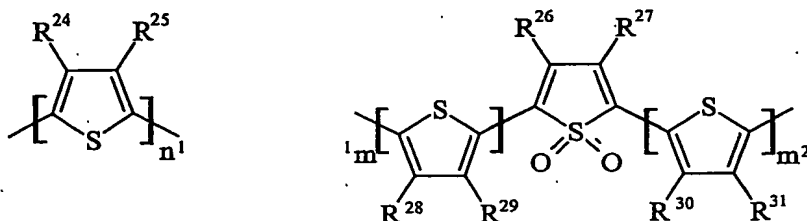
- un gruppo alchilico,
- un atomo di idrogeno, o
- un gruppo arilico.

22.- Dispositivo secondo la rivendicazione 21, in cui il detto idrocarburo aromatico ad anelli condensati è il Rubrene.

23.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in



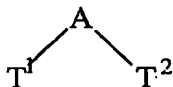
cui il detto materiale luminofo comprende almeno un derivato tiofenico che soddisfa una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



in cui n¹ è un numero intero compreso fra 3 e 7, m¹ ed m² sono, ciascuno indipendentemente dall'altro, numeri interi compresi fra 1 e 3, in cui R²⁴, R²⁵, R²⁶, R²⁷, R²⁸, R²⁹, R³⁰ ed R³¹ rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri uno a scelta fra:

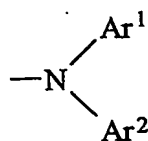
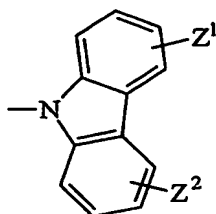
- un gruppo alchilico,
- un atomo di idrogeno, o
- un gruppo arilico.

24.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale per il trasporto di cariche positive è sostanzialmente costituito da una ammina aromatica terziaria; la ammina aromatica terziaria soddisfacendo la formula di struttura:



in cui T¹ e T² rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, una ammina terziaria; e in cui A rappresenta un gruppo arilico.

25.- Dispositivo secondo la rivendicazione 24, in cui T¹ e T² rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, una ammina terziaria che soddisfa una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



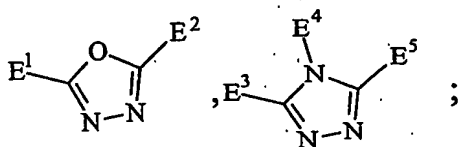
in cui Z^1 e Z^2 , rappresentano, ciascuno indipendentemente dall'altro, uno a scelta fra:

- un gruppo alchilico,
- un gruppo alcolico, o
- un atomo di idrogeno;

in cui Ar^1 ed Ar^2 rappresentano, ciascuno in maniera indipendente dall'altro, un gruppo arilico.

26.- Dispositivo secondo la rivendicazione 24 o 25, in cui il detto materiale per il trasporto di cariche positive comprende 4,4',4''-Tris(N-3-metilifenil-N-fenilammino)-trifenilammina (m-MTDATA).

27.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale per il trasporto di cariche negative è sostanzialmente costituito da un composto eterociclico che soddisfa una formula di struttura scelta nel gruppo consistente in:



in cui E^1 , E^2 , E^3 , E^4 ed E^5 rappresentano, ciascuno indipendentemente dagli altri, un gruppo arilico.

28.- Dispositivo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il detto materiale per il trasporto di cariche negative comprende 2-(4-bifenil)-5-fenil-1,3,4-ossadiazolo (PBD).

29.- Metodo per la realizzazione di un dispositivo elettroluminescente organico; il metodo comprendendo una fase di

deposito per depositare su un anodo (2) un elemento intermedio (7); ed una fase di apposizione per posizionare sul detto elemento intermedio (7) un catodo (3); l'elemento intermedio (7) comprendendo almeno un materiale luminofo; il materiale luminofo essendo atto ad emettere radiazioni elettromagnetiche; il metodo essendo caratterizzato dal fatto che il detto elemento intermedio (7) comprende almeno un materiale organico per il trasporto cariche positive, ed almeno un materiale organico per il trasporto di cariche negative; il materiale organico per il trasporto di cariche negative ed il materiale organico per il trasporto di cariche positive essendo atti a formare tra loro ecciplessi od elettroplessi; il materiale luminofo essendo alimentato, in uso, per trasferimento energetico dai detti ecciplessi od elettroplessi.

30.- Metodo secondo la rivendicazione 29, in cui il detto materiale luminofo viene scelto in modo che le dette radiazioni elettromagnetiche siano di una determinata lunghezza d'onda.

31.- Metodo secondo la rivendicazione 29 o 30, in cui la detta fase di deposito comprende una prima sottofase di deposito per depositare su un anodo (2) il detto primo strato (4); ed una seconda sottofase di deposito per depositare sul primo strato (4) il secondo strato (6); di posizionare sul detto secondo strato (6) un catodo (3).

32.- Metodo secondo la rivendicazione 31, in cui, durante la detta prima sottofase di deposito, viene depositato il detto materiale luminofo.

33.- Metodo secondo la rivendicazione 31 o 32, in cui durante la detta prima sottofase di deposito viene depositato del policarbonato.

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

- 40 -



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

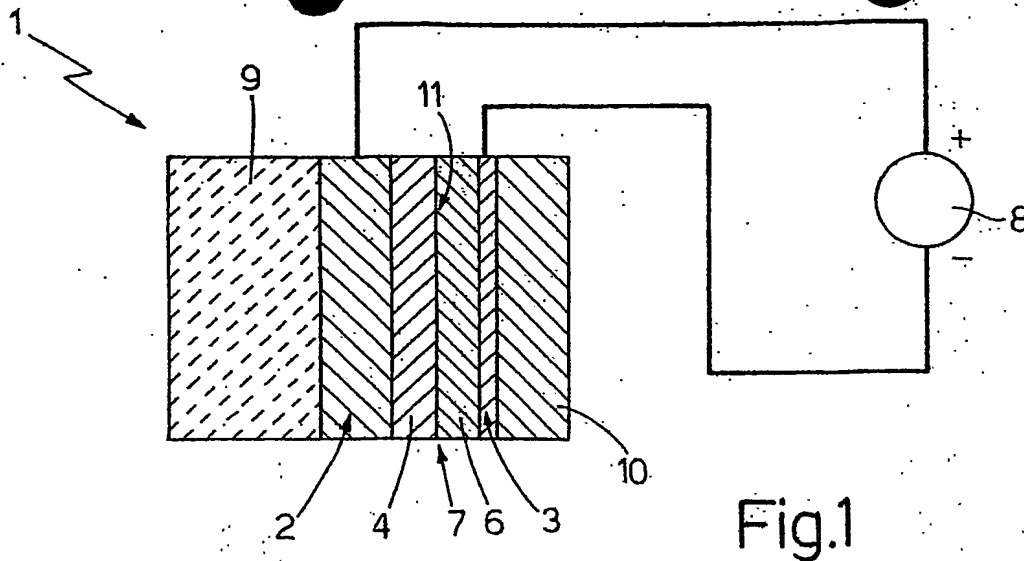


Fig.1

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

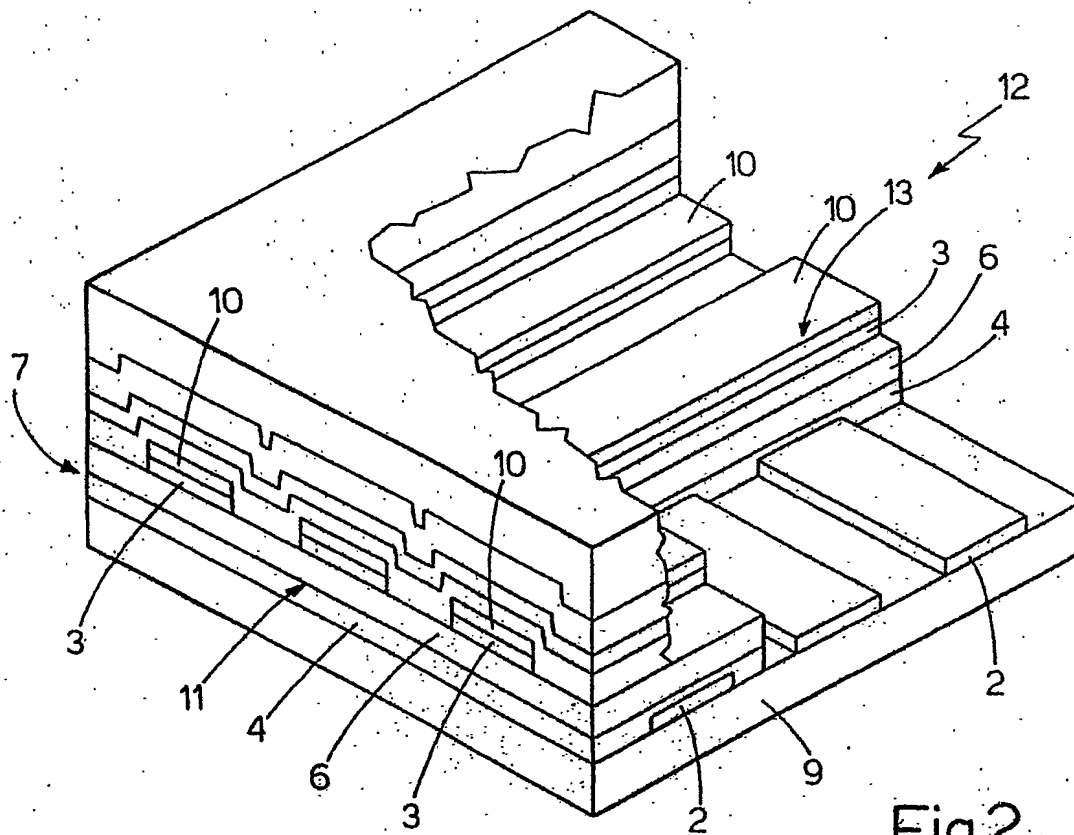


Fig.2



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

B02002A 000135

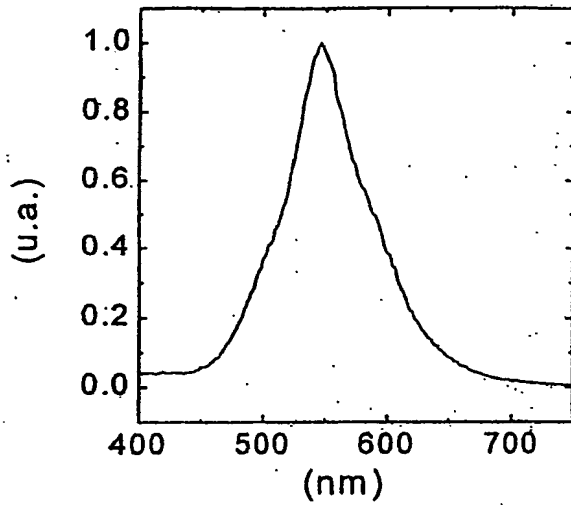


Fig.3

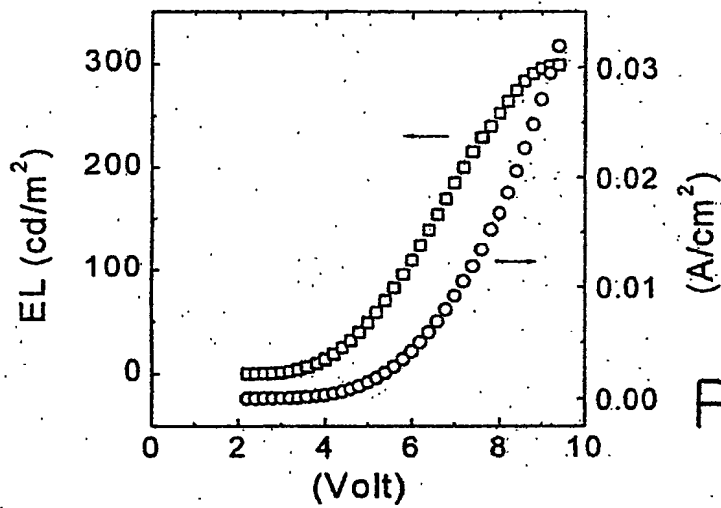


Fig.4

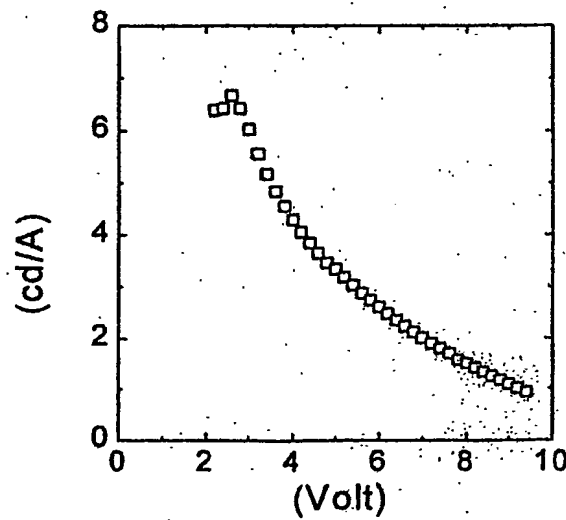


Fig.5

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

BO2002A 0 0 0 1 6 5

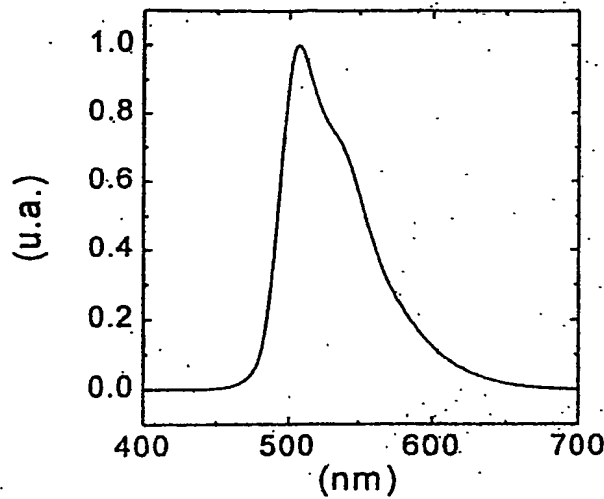


Fig.6

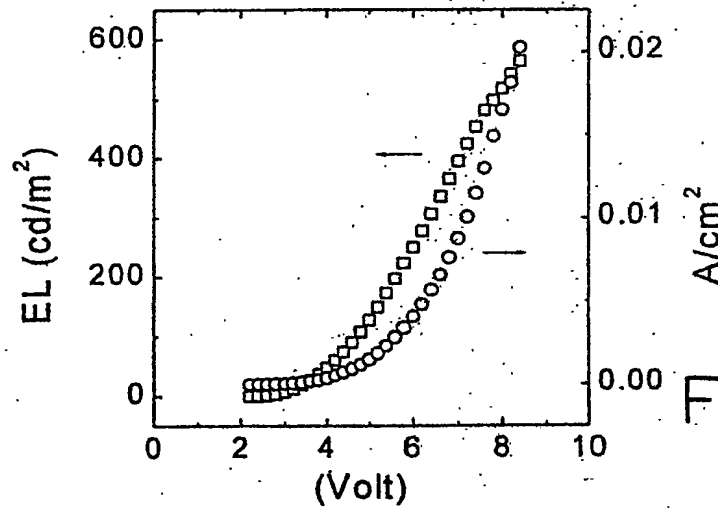


Fig.7

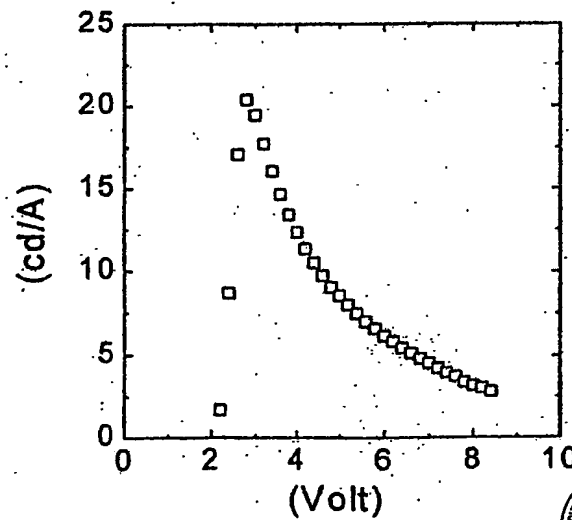


Fig.8

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

BO2002A 0 00 1 6 5

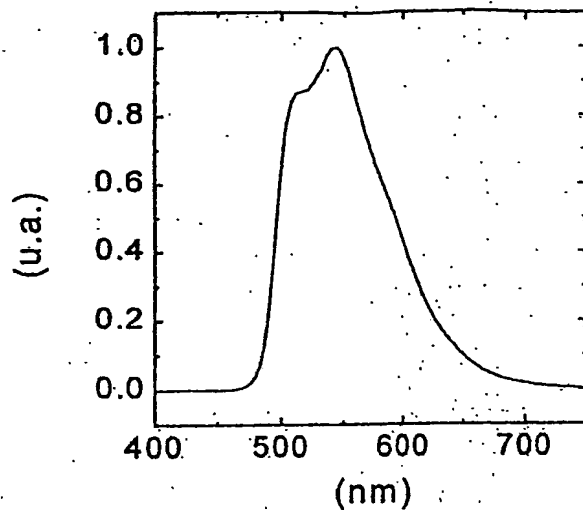


Fig.9

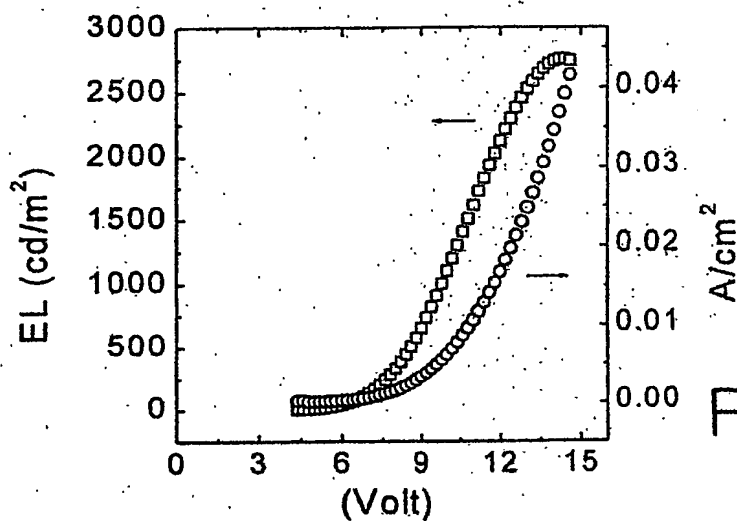


Fig.10

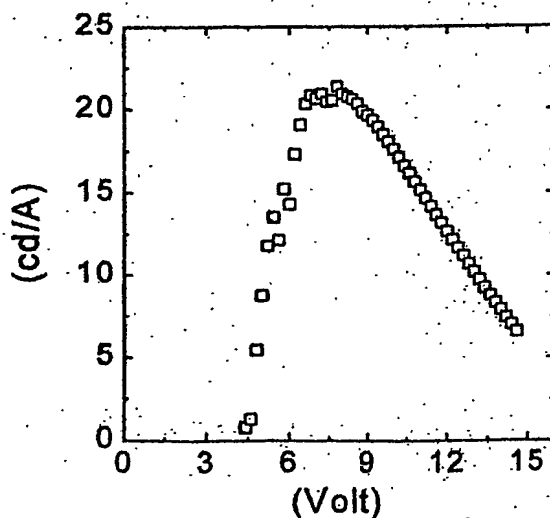


Fig.11

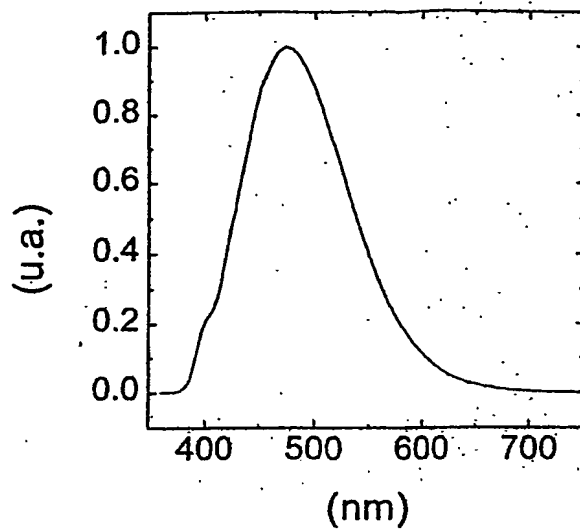
MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



BO2002A 0 00 1 6 5

Fig.12

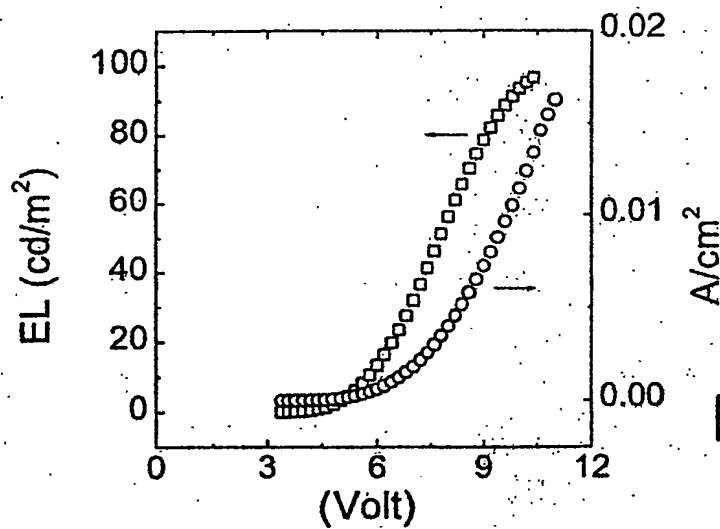


Fig.13

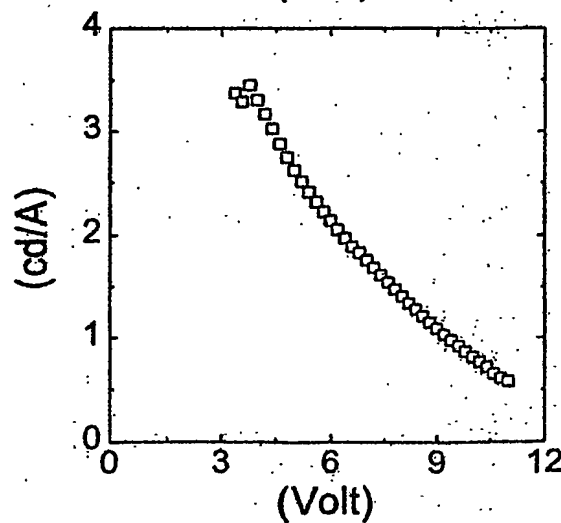
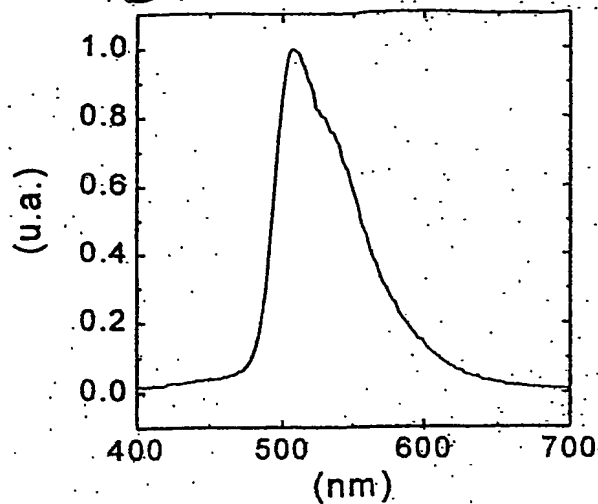


Fig.14



CAMERA DI COMMERCIO, INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO



BO2002A 0 00 1 6 5

Fig.15

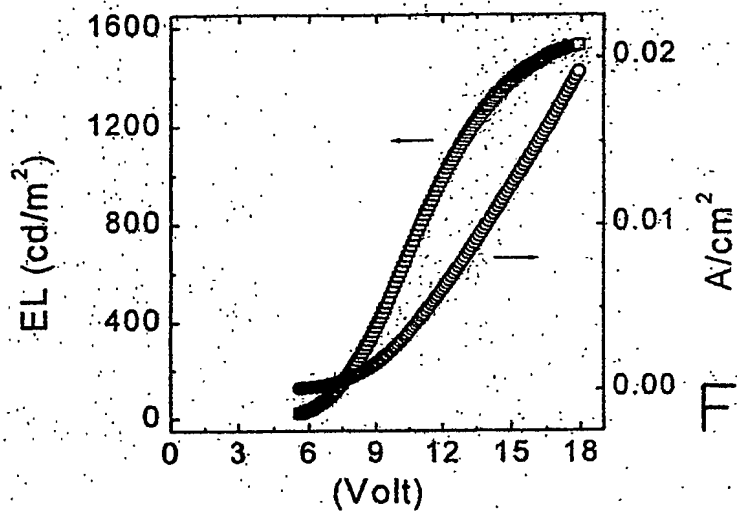


Fig.16

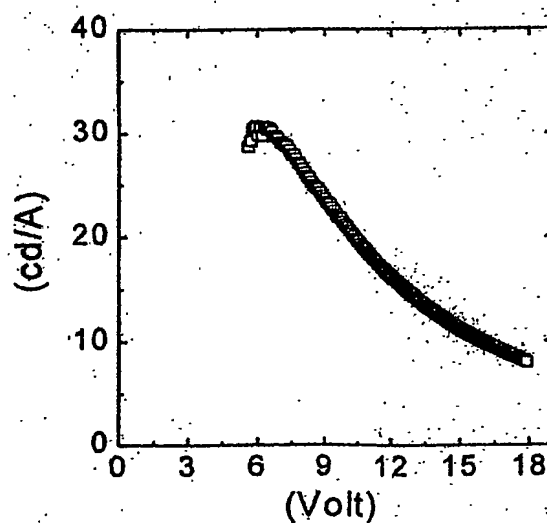


Fig.17

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

BO2002A 0 00 1 6 5

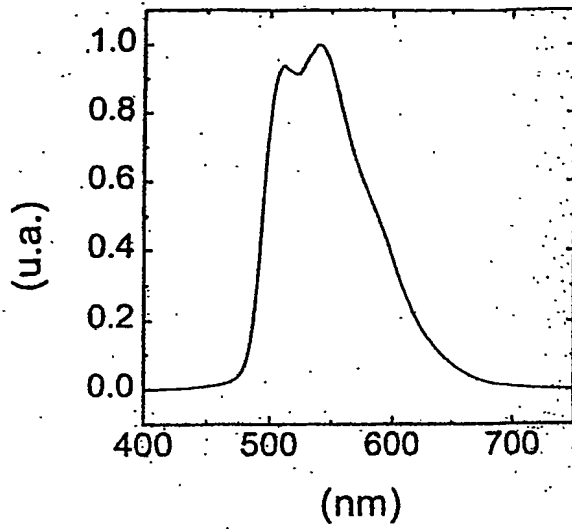


Fig.18

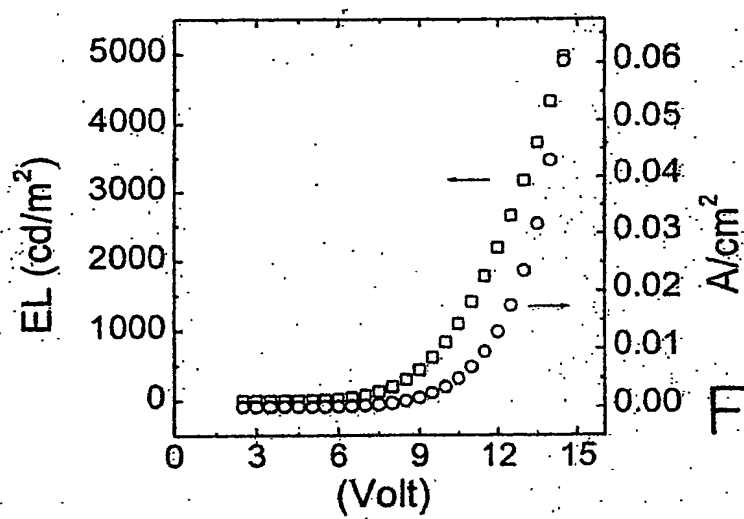


Fig.19

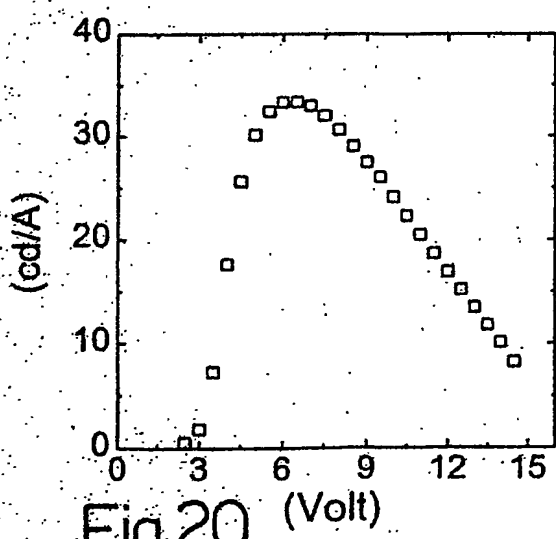


Fig.20

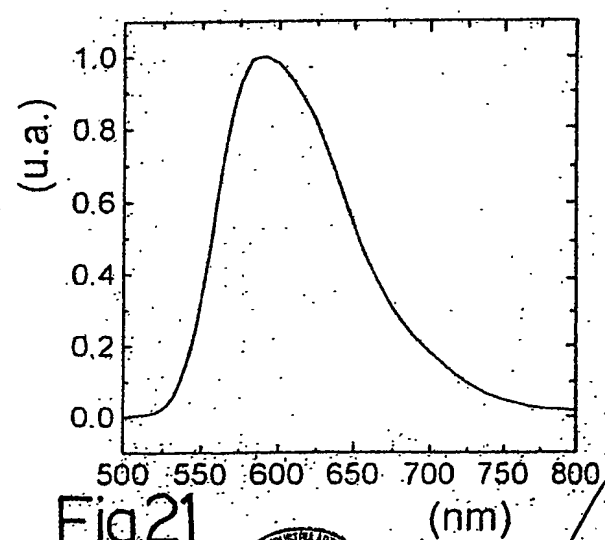


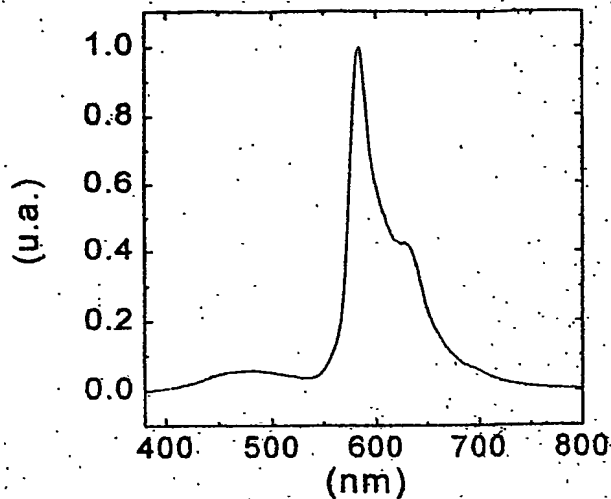
Fig.21

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



BO2002A 0 00 165

Fig.22

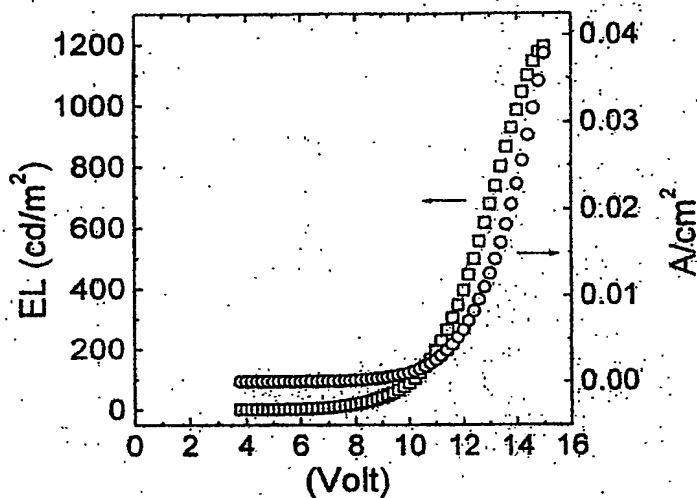


Fig.23

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

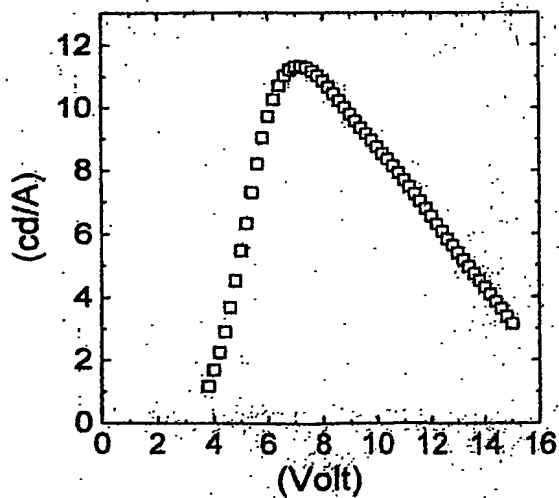


Fig.24



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

BO2002A 0 00 1 6 5

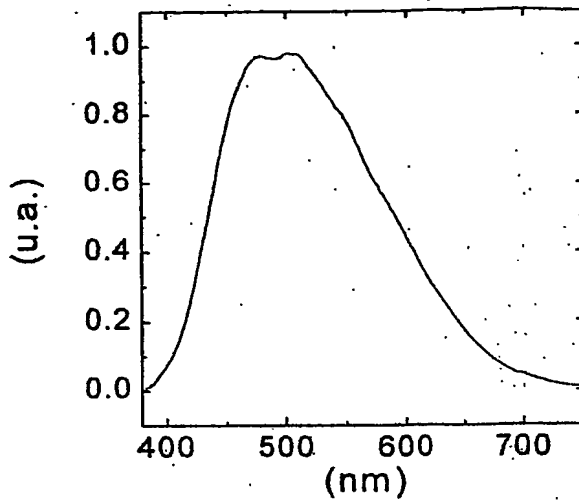


Fig.25

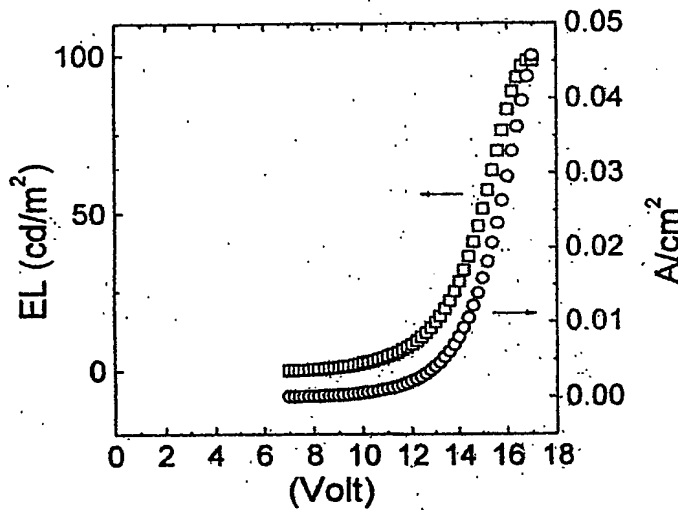


Fig.26

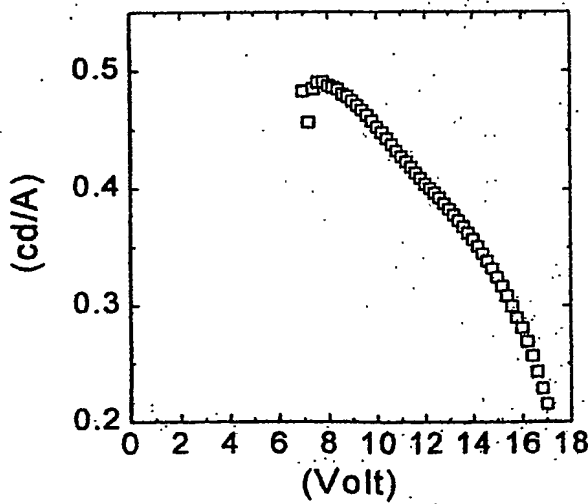


Fig.27

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

BO2002A 0 0 0 1 6 5

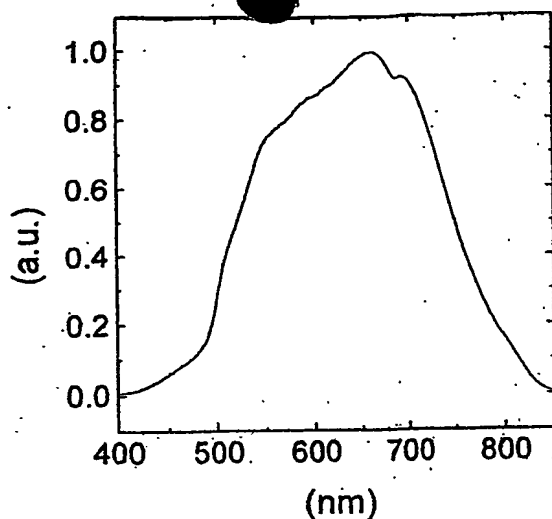


Fig.28

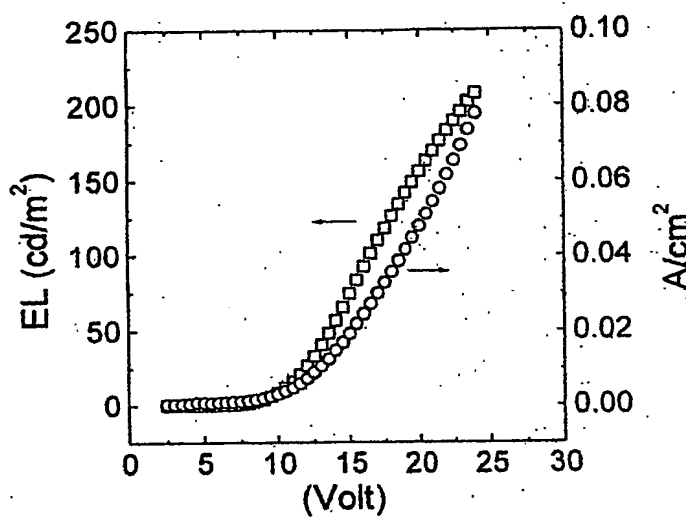


Fig.29

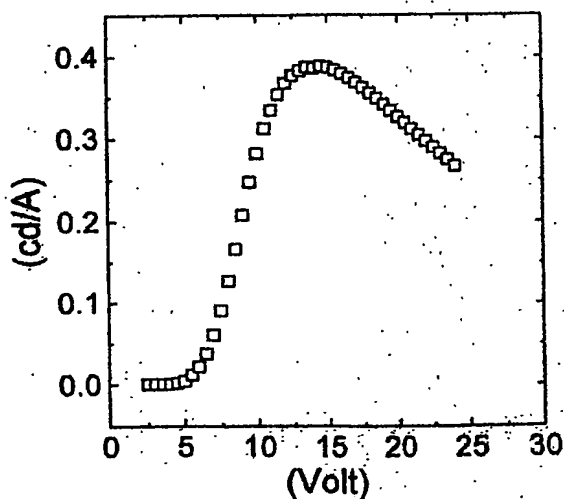


Fig.30

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359



CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO E AGRICOLTURA
DI BOLOGNA
UFFICIO BREVETTI
IL FUNZIONARIO

p.i. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

MODUGNO CORRADO
Iscrizione Albo N. 359

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.